

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ ĐẾN SỰ HÌNH THÀNH CHỈNH THỂ NHIỆT CỦA ĐẬP BÊ TÔNG KHỐI LỚN

RESEARCHING THE INFLUENCE OF FACTORS TO FORMATION TEMPERATURE REGIME OF MASSIVE CONCRETE DAMS

TS. NGUYỄN HOÀNG

Khoa Công trình, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Trong bài báo này, tác giả nghiên cứu, đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố cơ bản đến quá trình hình thành chỉnh thể nhiệt của đập bê tông khối lớn trong thời kỳ xây dựng. Trên cơ sở kết quả đánh giá đó, tác giả xây dựng mô hình toán học bằng phương pháp thực nghiệm đầy đủ để xác định giá trị nhiệt độ lớn nhất trong khối bê tông, để từ đó dự báo sự hình thành khe nứt dựa trên việc xác định các đại lượng nhiệt độ chênh nhiệt.

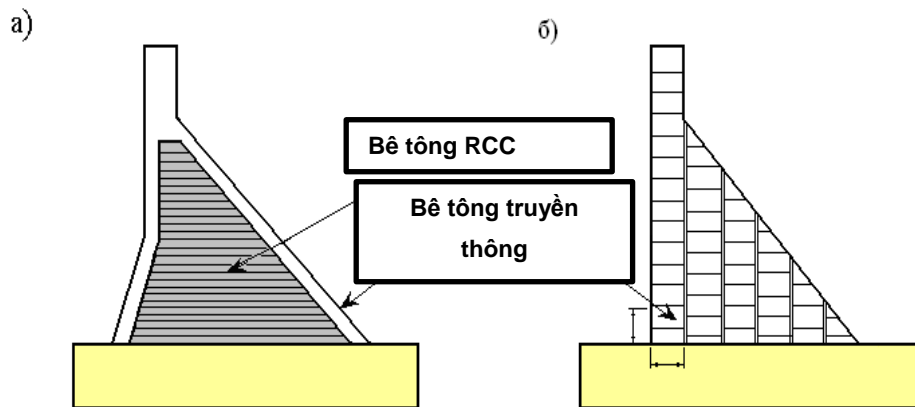
Abstract

In this paper, the authors researched the impact of fundamental factors to the formation of temperature regime in massive concrete dam during construction period. Based on assessment results, we recommended the mathematical model that was built by complete experimental method. It's useful to determine the value of the maximum temperature of the concrete, from which forecasts the cracks formed on determining the quantity of heat temperature differences.

Key words: solid concrete, temperature variations, crack formation, severe climate, temperature conditions.

1. Đặt vấn đề

Trong quá trình thiết kế các đập bê tông khối lớn, một trong những bài toán luôn cần được giải quyết một cách triệt để, đó chính là bài toán xác định chỉnh thể nhiệt trong quá trình xây dựng đập. Việc tính toán một cách chính xác trường nhiệt độ, sẽ là một công cụ đắc lực trong việc dự báo sự hình thành khe nứt do nhiệt. Trường nhiệt độ của đập bê tông khối lớn chịu ảnh hưởng các yếu tố: Điều kiện thời tiết, điều kiện thi công... Ngoài ra, trong quá trình xây dựng nó còn được quyết định bởi kỹ thuật thi công: Sơ đồ thi công, tốc độ đổ bê tông... Một trong những yếu tố rất đáng quan tâm của bài toán xác định chỉnh thể nhiệt, đó là việc xác định giá trị nhiệt độ lớn nhất tỏa ra trong khối đổ do quá trình thủy hóa xi măng. Giá trị nhiệt độ lớn nhất này được hình thành bởi các yếu tố: Lượng xi măng trong 1 khối bê tông, độ tỏa nhiệt lớn nhất của xi măng, độ dày khối đổ,... Chính giá trị nhiệt độ lớn nhất này kết hợp với nhiệt độ môi trường bên ngoài, sẽ tạo nên độ chênh nhiệt độ. Nếu như độ chênh nhiệt độ này vượt quá giá trị cho phép, sẽ dẫn tới nứt.



Hình 1. Sơ đồ thi công đập bê tông khối lớn

a- Dạng dải; b- Dạng bậc thang

Do đó cần phải có sự nghiên cứu, đánh giá tác động của các yếu tố lên sự hình thành chỉnh thể nhiệt, để từ đó có các biện pháp điều tiết chế độ nhiệt cho các đập bê tông khối lớn, trong giai đoạn thi công nhằm tránh hiện tượng hình thành khe nứt nhiệt.

2. Cơ sở lý thuyết bài toán truyền nhiệt và tỏa nhiệt

2.1. Bài toán truyền nhiệt

Phương trình truyền nhiệt trong không gian cho vật rắn như sau:

$$\Psi = \iiint_V \left\{ \frac{1}{2} \left[a_x \left(\frac{\partial t}{\partial x} \right)^2 + a_y \left(\frac{\partial t}{\partial y} \right)^2 + a_z \left(\frac{\partial t}{\partial z} \right)^2 \right] + \left(\frac{\partial t}{\partial \tau} - \frac{\partial Q}{\partial \tau} \right) t \right\} dx dy dz + \iint_{\Omega_1} q t d\Omega + \iint_{\Omega_2} \frac{1}{2} \beta (t - t_c)^2 d\Omega \quad (1)$$

Trong đó: t_c – Nhiệt độ môi trường tự nhiên ở phía biên của bề mặt tính toán, phù hợp với điều kiện biên số III; Ω_1, Ω_2 – Diện tích bề mặt tính toán phù hợp với các điều kiện biên số II và III.

Để giải phương trình này, sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn kết hợp với biên phân cục bộ, ta sẽ được giá trị hàm nhiệt độ cần xác định.

a_x, a_y, a_z : Các hệ số truyền nhiệt của vật liệu

2.2. Bài toán tỏa nhiệt

Nhiệt độ lớn nhất mà một khối bê tông tỏa ra, được xác định theo công thức:

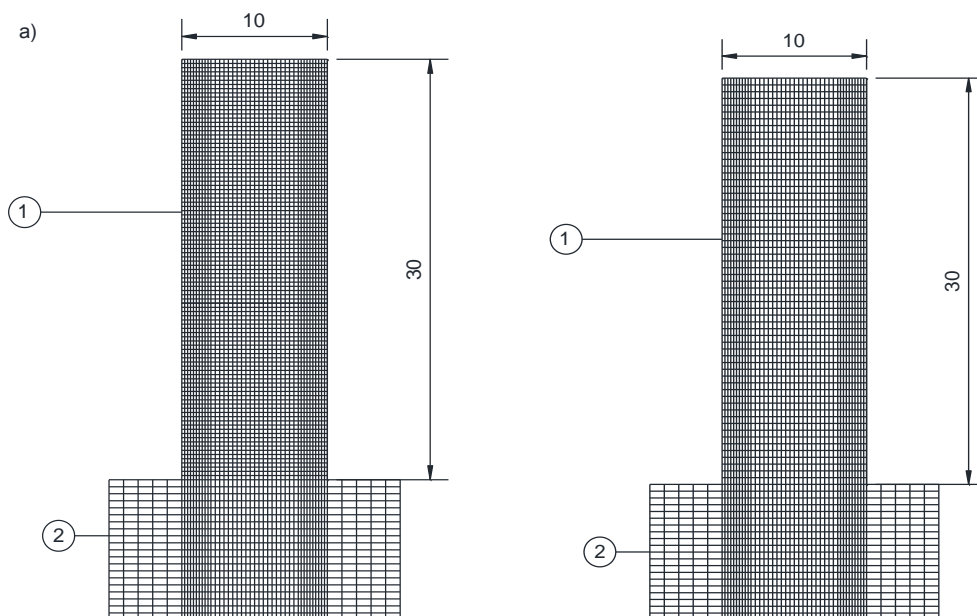
$$Q_\tau = Q_{\max} \left[1 - \left(1 + A_{20} \int_0^\tau \frac{t(\tau) - 20}{\varepsilon} d\tau \right)^{-0.833} \right] \quad (2)$$

Trong đó: Q_τ – Nhiệt lượng tỏa ra của xi măng tại thời điểm xem xét t ; Q_{\max} – Độ tỏa nhiệt lớn nhất của xi măng; A_{20} – Hệ số tốc độ tỏa nhiệt của bê tông tại thời điểm hóa rắn $t = 20$ (°C), $A_{20} = 0,014 (h-1)([2])$; $\varepsilon - 10$ °C [2]

3. Áp dụng tính toán

Trong phần áp dụng tính toán này, tác giả tiến hành nghiên cứu tính toán, và đánh giá ảnh hưởng tác động của các yếu tố lên sự hình thành chỉnh thể nhiệt cho một phân đoạn dài 10m, cao 30m (tương ứng với sơ đồ dạng dải) và dài 20m, cao 30m ứng với sơ đồ thi công dạng cột (hình 2).

Tốc độ đổ bê tông cho 2 sơ đồ này là 0,1- 0,6m/ngày đêm (tốc độ tương ứng với quá trình đổ bê tông khối lớn hiện nay). Trên mặt tính toán “nền đá- môi trường” và “bê tông- môi trường” được xem là điều kiện biên số III cho bài toán tính toán với hệ số trao đổi nhiệt là $\beta = 20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{°C})$. Điều kiện nhiệt độ môi trường áp dụng cho phần tính toán này là 20 °C (tương ứng với nhiệt độ trung bình năm ở vùng núi cao Việt Nam). Tính chất vật lý của bê tông được áp dụng là: Độ dẫn nhiệt 2,23 W/(m°C); hệ số dẫn nhiệt $\alpha = 0,0042 (\text{m}^2/\text{h})$. Tính toán tỏa nhiệt do quá trình thủy hóa xi măng được áp dụng theo [2]. Để giải quyết bài toán này sử dụng phần mềm tính toán xác định chế độ nhiệt cho đập bê tông dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) [1,2].



Hình 2. Sơ đồ chia lưới tính toán bê tông- nền đá bằng phương pháp PTHH

1- Bê tông; 2- Nền đá

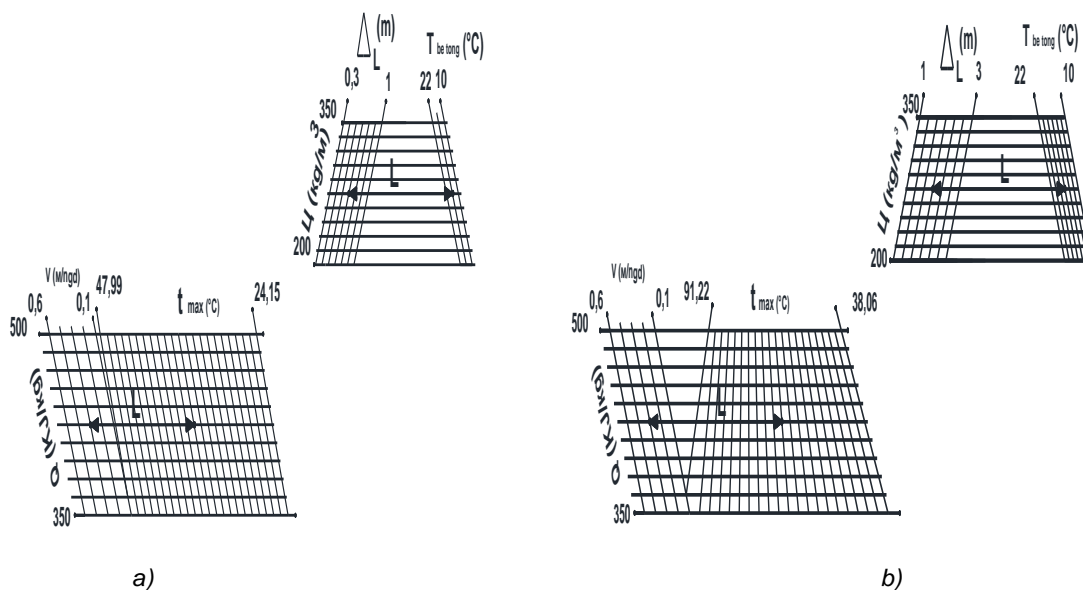
Kết quả của bài toán này được sử dụng là đầu vào của bài toán xác định nhiệt độ lớn nhất của khối bê tông trong thời kỳ xây dựng bằng phương pháp thực nghiệm đầy đủ để dự báo điều kiện hình thành khe nứt do nhiệt. Trong phương pháp thực nghiệm đầy đủ, việc nghiên cứu đầy đủ các yếu tố sẽ thu được phương trình sau:

$$\begin{aligned}
 Y_i = & b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_{12} X_1 X_2 + b_{13} X_1 X_3 + b_{14} X_1 X_4 + b_{15} X_1 X_5 + b_{23} X_2 X_3 + \\
 & b_{24} X_2 X_4 + b_{25} X_2 X_5 + b_{34} X_3 X_4 + b_{35} X_3 X_5 + b_{45} X_4 X_5 + b_{123} X_1 X_2 X_3 + b_{124} X_1 X_2 X_4 + \\
 & b_{125} X_1 X_2 X_5 + b_{134} X_1 X_3 X_4 + b_{135} X_1 X_3 X_5 + b_{145} X_1 X_4 X_5 + b_{234} X_2 X_3 X_4 + b_{235} X_2 X_3 X_5 + \\
 & b_{245} X_2 X_4 X_5 + b_{345} X_3 X_4 X_5 + b_{1234} X_1 X_2 X_3 X_4 + b_{1235} X_1 X_2 X_3 X_5 + b_{1245} X_1 X_2 X_4 X_5 + \\
 & b_{1345} X_1 X_3 X_4 X_5 + b_{2345} X_2 X_3 X_4 X_5 + b_{12345} X_1 X_2 X_3 X_4 X_5
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Trong đó: X_1 – Lượng xi măng sử dụng (áp dụng như sau $X_1 = -1$ – Giá trị dưới của yếu tố nghiên cứu.; $X_1 = +1$ – Giá trị trên của yếu tố nghiên cứu); X_2 – Độ dày của lớp đổ; X_3 – Nhiệt độ đổ bê tông; X_4 – Lượng tỏa nhiệt đầy đủ của xi măng, Y_i : Là độ chênh nhiệt độ giữa nhiệt độ lớn nhất trong khối bê tông và nhiệt độ môi trường bên ngoài.

Bảng giá trị các yếu tố tác động đến sự hình thành chỉnh thể nhiệt

Đại lượng		Bê tông RCC	Bê tông thường
X_1 (Δ) – lượng xi măng (kg/m^3)	-1	50	250
	+1	170	300
X_2 ($\Delta_{\text{lớp}}$) – chiều dày lớp đổ (m)	-1	0.3	1.0
	+1	1.0	3.0
X_3 ($t_{\text{bê tông}}$) – Nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông ($^{\circ}\text{C}$)	-1	10	10
	+1	22	22
X_4 (Θ_{max}) – Độ tỏa nhiệt lớn nhất của khối bê tông (KJ/kg)	-1	120	350
	+1	350	500
X_5 ($V_{\text{bê tông}}$) – Tốc độ đổ bê tông ($\text{m}/\text{ngày đêm}$)	-1	0.1	0.1
	+1	0.6	0.6



Hình 3. Đồ thị xác định nhiệt độ lớn nhất trong khối bê tông

a- Sơ đồ đổ bê tông dạng dài; b- Sơ đồ đổ bê tông kiểu cột.

Kết quả tính toán bằng phương pháp thực nghiệm đầy đủ sẽ thu được giá trị t_{bi} [1] (hệ số phương trình 1) như sau.

*) Đối với sơ đồ dạng dải:

- Trong điều kiện nhiệt độ môi trường là 20 °C

$$t_{max} = 34.7 + 2.58X_1 + 0.43 X_2 + 5.22 X_3 + 1.98 X_4 + 1.35 X_5 + 1.55 X_1X_4 - 0.56X_4X_5 - 0.23 X_1X_2X_4 - 0.23X_1X_3X_5 + 0.52 X_1X_4X_5 + 0.21X_2X_4X_5 + 0.37X_1X_2X_4X_5; \quad (4)$$

*) Đối với sơ đồ dạng cột :

- Trong điều kiện nhiệt độ môi trường là 20 °C

$$t_{max} = 60.52 + 10.37X_1 + 1.77 X_2 + 5.62 X_3 + 7.10 X_4 + 2.86 X_5 - 0.81 X_1X_2 + 0.06 X_1X_3 + 1.97 X_1X_4 + 1.72X_1X_5 + 0.13X_2X_3 + 0.33X_2X_4 + 0.96X_4X_5 - 0.60X_1X_2X_4 - 0.25 X_1X_2X_5 - 0.60X_1X_3X_5 - 0.44X_2X_4X_5; \quad (5)$$

Nghiên cứu kết quả của phương trình (3) sau khi giải các trường hợp, thu được các giá trị hệ số của phương trình (4),(5) ta nhận thấy rằng: ứng với các hệ số khác nhau, thì sự ảnh hưởng của các yếu tố tới sự hình thành chính thể nhiệt trong đập bê tông khối lớn cũng có vai trò khác nhau, do đó lượng xi măng, nhiệt độ đổ bê tông và lượng nhiệt tỏa ra là 3 yếu tố tác động lớn nhất. Bên cạnh đó, phương trình số (3) đầy đủ là cơ sở để xây dựng đồ thị [3] xác định giá trị nhiệt độ lớn nhất cho khối bê tông.

4. Kết luận

1. Áp dụng phương pháp thực nghiệm đầy đủ để nghiên cứu tác động của các yếu tố đến sự hình thành chính thể nhiệt của cấu kiện bê tông khối lớn. Quá trình nghiên cứu, tính toán cho 2 sơ đồ đổ bê tông thường dùng: Dải dài, dạng cột. Trong quá trình tính toán, tác giả đã nghiên cứu ảnh hưởng của 5 yếu tố lên sự hình thành chính thể nhiệt: cấp phối xi măng tính, độ dày khối đổ, nhiệt độ khối bê tông, lượng nhiệt tỏa ra lớn nhất của khối bê tông, tốc độ đổ bê tông. Tất cả các yếu tố đều có tác động lên chính thể nhiệt, nhưng lượng xi măng, nhiệt độ đổ bê tông và lượng nhiệt tỏa ra là 3 yếu tố tác động lớn nhất.

2. Kết quả tính toán được dùng để xây dựng biểu đồ, xác định giá trị nhiệt độ lớn nhất trong khối bê tông trong thời kỳ xây dựng, từ kết quả đó đánh giá khả năng hình thành vết nứt khi thi công các công trình bê tông khối lớn nói chung và đập lớn nói riêng. Kết quả thu được có thể được dùng để điều chỉnh chính thể nhiệt, đảm bảo an toàn cho công trình. Kết quả thu được áp dụng trong quá trình thiết kế và thi công các công trình bê tông khối lớn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Анискин Н.А. Температурный режим гравитационных плотин из укатанного бетона // Гидротехническое строительство. 2005. № 12. С. 13—17
- [2] Анискин Н.А., Нгуен Хоанг. Температурный режим бетонной массивной плотины с воздушной полостью в суровых климатических условиях // Вестник МГСУ. 2012. № 12. С. 212—218.
- [3] Хованский Г.С. Основы номографии. М. : Наука, 1976. 350 с.